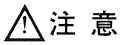
取扱説明書
S1016－5

配電用油入変圧器取扱説明書

電気はあらゆる分野で使用されており，配電用変圧器のわずかな不調でも及ぼす影響は甚大となります。従って，運転に支障が起きないよう以下に示す要領でお取扱いください。

安全上のご注意

● 据付，運転，保守，点検などの前に必ずこの取扱説明書と，その他の付属書類をすべて熟読し正しくご使用ください。機器の知識，安全の情報そして注意事項のすべてについて習熟してからご使用ください。

お読みになった後は，お使いになる方がいつでも見られるところに保管してください。

この取扱説明書では，安全注意事項のランクを「警告」「注意」として区分してあります。

⚠ 警告 ：取扱いを誤った場合に，危険な状況が起こりえて，死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。

⚠ 注意 ：取扱いを誤った場合に，危険な状況が起こりえて，中程度の障害や軽傷を受ける可能性が想定される場合及び物的損害だけの発生が想定される場合。

なお，⚠ 注意 に記載した事項でも，状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。

いずれも重要な内容を記載していますので必ず守ってください。

● 警告ラベル

警告ラベルは，変圧器本体へ貼付けて表示していますのでラベルの有無をご確認ください。

もし，警告ラベルの文字が不鮮明となったり紛失した場合は，販売者へご発注ください。

また，バスダクト，ダイヤル温度計（内調式）を付属した製品は，上記警告ラベルの他にバスダクト，ダイヤル温度計それぞれの個別警告ラベルを貼付けて表示していますので，変圧器本体へ貼付けた警告ラベルと同様にお取扱いください。なお，警告ラベルの貼付位置は，次のとおりです。

・変圧器本体……………………………カバー又はタンク
・バスダクト……………………………バスダクトのカバー
・ダイヤル温度計（内調式）……端子箱

愛知電機株式会社

⚠ 警　告

（参照ページ）

（全　般）

- 運搬，設置，配管，配線，運転・操作，保守・点検，修理，分解の作業は，電気設備の施工，関連法規など原理及び機能の知識，並びに技能をもった人が実施してください。
感電，けが，やけどのおそれがあります。　（10P－6）
- 活線状態で作業しないでください。必ず電源を切り，主回路端子を接地し作業してください。
感電のおそれがあります。　（10P－6）

（運　転）

- 充電部に近づかないでください。
感電のおそれがあります。　（10P－6）

（保守・点検）

- 保守・点検を行うときは電源を切り，主回路端子を接地してください。
感電のおそれがあります。　（10P－6）

⚠ 注　意

（参照ページ）

（運　搬）

- つり上げは，必ず指定された方法及び手順を守ってください。
落下，転倒によるけがのおそれがあります。　（10P－3）
- 運搬・移動のときは，転倒防止策を施してください。
転倒によるけがのおそれがあります。　（10P－3）

（据　付）

- つり上げは，必ず指定された方法及び手順を守ってください。
落下，転倒によるけがのおそれがあります。　（10P－3）

（運転）

- タンク，放熱器などの金属部に触れないでください。
やけどのおそれがあります。

（移　設）

- つり上げは，必ず指定された方法及び手順を守ってください。
また，腐食しているつり耳は使用しないでください。
落下，転倒によるけがのおそれがあります。　（10P－3）

（廃　棄）

- 本製品を廃棄する場合は，産業廃棄物として処理してください。

ご使用上の注意事項

変圧器に電源を投入する際には，短絡電流相当の過大な励磁突入電流が流れ，この頻度が多くなりますと，変圧器に悪影響を及ぼします。

電源投入の頻度は必要最少限（点検時等）にしてください。

1 現地据付時の保守・点検

1.1 設置場所の状況確認

1.1.1 空気温度

変圧器の冷却方法は，自冷式で，冷却媒体には空気を用いているため運転中の巻線及び油温度が規定温度以下になるよう，空気温度を**表1**に示す値以下にする必要があります。

表　1

区　　分	空気温度（℃）
最高温度	40
日間平均温度	35
年間平均温度	20

変圧器が屋内に設置される場合は，建物やキュービクル内部は，十分な通風・換気をする必要があります。

通常，自冷式変圧器は，損失1kW当り毎分3㎥程度以上の通風・換気量が必要です。

1.1.2 設置場所の状況

設置場所に応じて，次の仕様を確認する必要があります。

(1) 屋内・屋外設置
変圧器には屋内用と屋外用があり，屋内用は，屋外では使用できません。

(2) 塩じんなどによる汚損が著しい場所
汚損状態において気中絶縁部分が耐えるか，また，耐塩じん塗装であるかを確認します。

(3) 変圧器の騒音・振動が他の施設に影響する場所
このような場所では，変圧器基礎部に防振ゴムなどを取り付けます。また，防振ゴム取り付け時は，防振性能を確保するため，及び地震の際に変圧器が振れ端子やがい管を損傷させないよう，母線との接続部にはフレキシブルリードを用いてください。

(4) 変圧器の設置間隔
他の変圧器，構造物との距離は，30cm以上程度とし，冷却が妨げられないようにします。

(5) 変圧器の据付及びハンガーつり固定
基礎が，変圧器の質量及び地震に対して考慮して設計施工されているか確認します。
ハンガーなどを用いて変圧器をつり固定する場合は，指定のボルトで強固に締付けます。

1.2 製品が現地に到着したときの点検

運搬車から降ろす前に，必ず次の点検を行い，異常がある場合は，販売店，工事業者又は弊社までご連格ください。

(1) 輸送中の取扱いによる損傷の有無
(2) 仕様及び数量
(3) タンク，放熱器の外傷の有無
(4) 各種付属品の変形，破損，脱落などの有無
(5) 油漏れの有無
(6) 塗装の傷及びはく離の有無
(7) 吸湿呼吸器の吸湿剤変色の有無
(8) 予備品の数量

⚠注 意

1.3 据付及びハンガーつり固定に際しての注意事項

(1) 変圧器をつり上げる場合は，タンク側面に設けた全体つり耳を全数使用し，カバー上の中身つり手で全体をつらないでください。
(2) 急激なつり上げ，つり降ろしは避け，かつ変圧器が転倒しないように十分注意してください。
(3) つり上げロープなどによる損傷，変形がないよう十分な保護を行ってください。
(4) フォークリフトを使用する場合は，フォークを変圧器ベースの下に差し込むか，又は運搬台（パレットなど）に載せ，転倒防止を施してから運搬してください。（放熱器には，絶対にフォークをかけないでください。）
(5) 防振ゴムを付属しているものは，移動時に苛酷な荷重が防振ゴムに加わらないように注意してください。
(6) 基礎の寸法，形状及び端子配列などを確認してください。
(7) 据付け面の傾斜は，3/1000以下にしてください。
(8) 変圧器に乗ったり，足を掛けたりしないようにしてください。
(9) 変圧器の上部及び近辺で作業を行うときは，変圧器に覆いをするなどして，物の落下による損傷を防止してください。

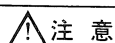
⑽ 基礎ボルトあるいはハンガー金物などを介して固定する場合は，指定のボルト・ナットで確実に締めつけ固定後，回り止めをしてください。

⑾ 変圧器の端子に直に銅帯などの母線を接続すると，端子やがい管を損傷することがありますので行わないでください。（フレキシブルリードの使用をお奨めします。）

1．4 据付後の点検

変圧器を所定の位置に据付け，別送の付属品がある場合は，その取付け作業を行った後，次の点検を行います。

⑴ タンク，放熱器の外傷の有無
⑵ 塗装面の傷の有無
⑶ 付属品の破損，脱落及び変形の有無
⑷ 部品の取付け誤りの有無
⑸ 締付部各所の異常の有無
⑹ 受電する予定の電圧（入力電圧）にタップが設定されているか。三相器については，各相ともタップ電圧が合致しているか。
⑺ タップ切換接続部のボルト・ナットの緩みの有無
⑻ ハンドホール部のガスケットの損傷の有無及び締付は適正か。
⑼ 油面位置は正常か。
⑽ 温度指示は正常か。
⑾ 防振ゴムの取付状態は適正か。

⚠注 意

1．5 据付後点検時における注意事項

⑴ 使用した工具類の置き忘れを防ぐため，使用前後に個数の確認・記録を行ってください。
⑵ 内部点検の際は，工具及び所持品などを変圧器内部に落下させないようにしてください。また，夏季には汗などの滴下にも注意してください。
⑶ タップ電圧の確認あるいは変更のために，開放したカバー又はハンドホールカバーの再取付に際しては，取外し前と同じ位置へセットし片締めにならないように均等に締付けてください。

1．6 運転開始前の試験

1．6．1 絶縁抵抗測定

1000V，2000MΩ以上の絶縁抵抗計を用いて測定します。測定は，変圧器を母線から切り離し，**図1**のように接続して行います。絶縁抵抗は，温度により著しく異なりますので，油温を記録しておきます。

35℃以下における目安値を**表2**に示します。

表2 絶縁抵抗の判定基準

測定巻線	判定基準
高圧巻線—低圧巻線間 高圧巻線—大地間	1000MΩ以上
低圧巻線—大地間	10MΩ以上

備考．移設品に対しては，**図5**を適用します。

1．6．2 耐電圧試験

絶縁抵抗が判定基準値以上であることが確認できた後，供試巻線と他の巻線・タンク間に，**表3**の試験電圧を印加して，これに耐えるかを試験します。なお，他の巻線とタンクは接地しておきます。試験周波数は，50Hz，又は60Hzとします。

表 3

試験電圧	試験方法
最大使用電圧の1.5倍の電圧 (500V未満となる場合は，500V)	試験電圧を連続して10分間加える。

1．6．3 極性，相回転試験

⑴ 極性試験（単相変圧器）

極性確認は並行運転の接続，又は三相結線の場合に必要で，減極性を標準としています。試験は**図2**のように接続し，交流200V程度の電圧を必ず高圧側に加え，電圧E_1，E_2を読み取ります。

この場合，E_1，$>E_2$のときは減極性で，$E_1<E_2$のときは加極性です。

図１　絶縁抵抗の測定

(a)　高圧巻線－低圧巻線間

(b)　高圧巻線－大地間

(c)　低圧巻線－大地間

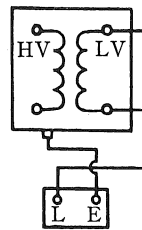
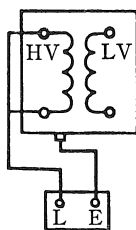
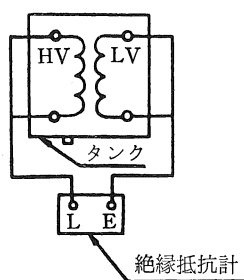



図２　極性試験

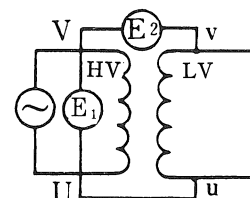
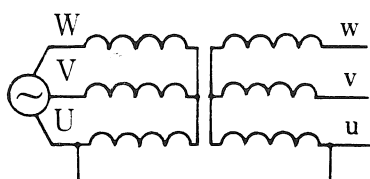



図３　三相変圧器の角変位試験

Ea：高圧側電圧（線間）
Eb：低圧側電圧（線間）
e　：供給電圧（高圧側線間）

接　続	ベクトル図	接続記号（角変位）	測定端子電圧〔V〕	合格の条件	測定端子電圧〔V〕	電圧計算式
HV / LV		Ydl	V～v	=	W～w	$V\sim v=\sqrt{1+\frac{Eb}{Ea}\left(\frac{Eb}{Ea}-1.732\right)}\times e=W\sim v=W\sim w$
			V～w	>	V～v	
		(30度)	V～w	>	U～V	$V\sim w=\sqrt{1+\left(\frac{Eb}{Ea}\right)^2}\times e$
HV / LV		Yy0	V～v	=	W～w	$V\sim v=\left(1-\frac{Eb}{Ea}\right)\times e=W\sim w$
			V～w	>	V～v	
		(0度)	V～w	<	U～V	$V\sim w=\sqrt{1+\frac{Eb}{Ea}\left(\frac{Eb}{Ea}-1\right)}\times e=W\sim v$

(2) 位相変位試験（三相変圧器）

位相変位試験は，三相変圧器に対して行います。**図3**に示すように高圧側の端子（U）と低圧側の端子（u）を接続し，高圧側から三相200V程度の電圧を加え，各端子間の電圧を測定し，ベクトル図，又は電圧計算式により角変位を確認します。

(3) 相回転試験（三相変圧器）

相回転試験は，三相変圧器の場合に必要で，相回転計を使用します。相回転計がなければ，小形の三相誘導電動機を利用しても試験できます。いずれの場合も，高圧側から電圧を加えたときの低圧側の回転方向と対応する低圧端子に電圧を加えたときの高圧側の回転方向とが一致すればよいことになります。

低圧側に電圧を加えるときは，高圧側に誘起する電圧をあらかじめ算定しておき，感電事故が起こらないよう十分に注意してください。

2 運転開始後の保守・点検

2．1 保守・点検時の注意事項

⚠警 告

(1) 保守・点検にあたっては，危険な作業を伴いますので，事前に綿密な計画を立て，人命及び機器の安全に注意することが肝要です。

(2) 充電時の保守・点検は，充電部から1.0m以上の距離を確保してください。

(3) 停電時の保守・点検の前には，変圧器及び関連機器が電路から切り離されているか確認し，再投入できないよう操作用電源を切るか，ロックなどの安全措置を講じます。次に，電路電圧に適した検電器により無電圧であることを確認するとともに，誘導や静電作用に対し，安全を図るため，必ず端子に接地線を接続してください。

2．2 運転開始直後の点検

特に，次の項目について点検します。

(1) 騒音が異常に高くないか。(1)

(2) 異常な振動はないか。(1)

(3) 異常な臭気はないか。

(4) 端子部に過熱による変色はないか。

(5) 温度指示は正常か。

(6) 油面指示は正常か。

注(1) 変圧器を電源に投入する際に，まれに大きな音や振動が発生する場合がありますが，これは励磁突入電流の影響であり．変圧器の異常ではありません。

2．3 日常点検

日常の保守・点検は，運転中に外観を点検し，異常があれば適切な処置が必要です。

日常点検項目例を**表4**に示します。

2．4 定期点検

定期的に運転を停止して行う点検で，日常点検ではできない通電部分を主体に詳細に異常の有無を調査するもので，少なくとも年1回は実施します。なお，運転開始後，第1回目の点検は2～3ケ月後に行い，その状態を把握しておきます。

定期点検項目例を**表5**に示します。

3 保守・点検基準

3．1 変圧器の絶縁劣化のプロセス・原因

変圧器中身の経年劣化は，主に巻線を構成している導体被覆や巻線間スペーサなどの絶縁物の劣化によって決まります。なお，劣化の原因としては，主に次のことが考えられます。

(a) 熱による劣化

(b) 吸湿による劣化

(c) 酸素の吸収による劣化

(d) 部分放電による劣化

(e) 機械的応力による劣化

これらの原因は，単独の場合より重なり合っていることが多く，この中で最も大きく影響を及ぼすものは，熱による劣化です。なお，吸湿及び酸素の吸収により熱劣化が促進されます。

図4に絶縁物の劣化のプロセスを示します。

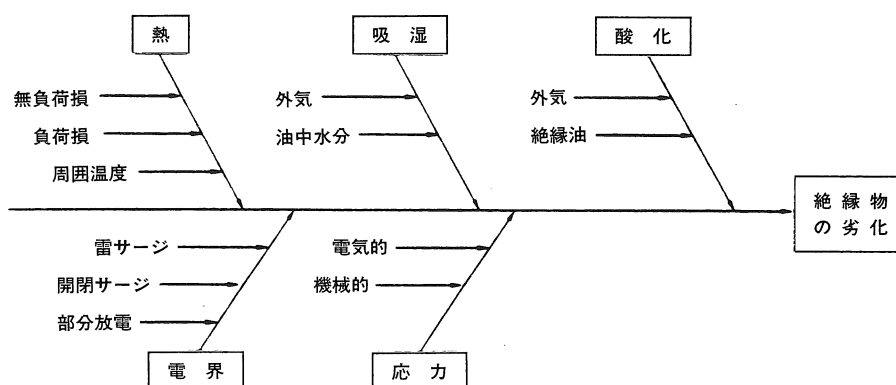
表 4　日常点検項目例

点検項目	頻度	点検の要点	異常発見時の判定と対策		
			内容	原因	対策
運転状況	1回／日	電圧・電流・周波数・力率・周囲温度の確認又は記録	異常値指示	計器の故障	修理又は交換
				その他	原因を究明し対策を施す
変圧器温度	1回／日	温度の確認と記録	異常温度上昇	計器の故障	修理又は故障
				過負荷	負荷の低減・相間のバランス・容量の増加
				巻線内部異常	原因を究明し対策を施す[2]
				その他	原因を究明し対策を施す
音，振動	1回／日	異常音発生の有無	高い鉄心（励磁）音	過電圧	タップの切換
				サイリスタ等を使用した負荷機器	負荷機器のサージアブソーバや振動防止回路の定数などを改善
			振動・共振音	設置の不安定	安定設置
				共振	共振条件の除去
			鉄心びびり	――――	原因を究明し対策を施す[2]
			放電音	接地不完全 部分放電発生	接地工事を完全に行う 原因を究明し対策を施す[2]
			その他	――――	原因を究明し対策を施す
臭気	1回／日	異常臭気発生の有無	――――	局部過熱	原因を究明し対策を施す[2]
絶縁油	1回／月	油漏れの有無	シール不良	ガスケット劣化 緩み	ガスケット交換 増締め
		油面位置の確認	異常値指示	計器の故障 油漏れ	修理又は交換
油劣化防止装置	1回／月	吸湿呼吸器・呼吸口の点検	吸湿剤（シリカゲル）変色	吸湿	吸湿剤（シリカゲル）再処理又は交換
			油つぼの油不足	――――	油追加
外観点検	1回／月	端子部異常の有無	過熱による変色	過負荷又は異常電流	負荷の低減
				締付部の緩み	増締め
				接触面不良	研磨・再めっき・清掃
		がい管の目視	汚損・破損	――――	清掃・交換
		部品等の破損・脱落の有無	――――	――――	修理又は交換
		放電痕の有無	――――	異常電圧の侵入又は発生	原因を究明し対策を施す[2]
		発錆の有無	――――	塗膜の劣化	所定の塗料で補修
		小動物形跡の有無	――――	――――	原因を究明し対策を施す

注[2]　必要に応じて変圧器の運転を停止し，販売店，工事業者又は弊社まで御連絡ください。

表５　定期点検項目例

点検項目	点検の要点	異常の判定と対策		
		内容	原因	対策
巻線	絶縁抵抗測定	図５による	絶縁油・絶縁物の吸湿・劣化	絶縁油のろ過又は交換 ブッシングの清掃
	誘電正接測定	図６による		
絶縁油	破壊電圧測定	３．４による	吸湿・劣化	ろ過又は交換
	全酸価測定	３．４による	絶縁油劣化	交換
	油中ガス分析	３．６による	変圧器内部異常など	弊社と協議
タップ切換装置	切換操作	動作不良	故障	修理又は交換
	緩みの点検	接続部緩み	————	増締め
		ハンドホール気密不良	ガスケット劣化・緩み	ガスケット交換・増締め
油劣化防止装置	シール部点検	シール不良	ガスケット劣化・緩み	ガスケット交換・増締め
	吸湿呼吸器・呼吸口の点検	吸湿剤（シリカゲル）変色	吸湿	吸湿剤（シリカゲル）再処理又は交換
		油つぼの油不足	————	油追加
タンク・放熱器	油漏れ・発錆の有無	発錆・腐食	塗膜の劣化	所定の塗料で補修
			有害ガスの存在	ガス侵入の防止
			塩分の付着	耐塩処理の強化
		シール不良	ガスケット劣化・緩み	ガスケット交換・増締め
ブッシング	目視による異常の有無	端子の過熱による変色	過負荷	負荷の低減
			緩み	増締め
			接触面不良	研磨・再めっき・清掃
		がい管の汚損・破損	————	清掃・交換
温度計	指示・動作確認	不良	故障	修理又は交換
油面計	目視点検	油面異常	油漏れによる低下	原因を究明し対策を施す
			故障	修理又は交換

図４　劣化のプロセス

3．2　絶縁抵抗

従来から絶縁劣化の検出法の１つとして，絶縁抵抗の測定が行われています。これは，劣化の傾向を把握する１つの要素とはなりますが，これだけで劣化を判定することは困難です。許容値の目安を**図５**に示します。

測定値が低く出たときは，絶縁油の吸湿によることが多いので油の体積抵抗率，水分量も測定し．判断することが望まれます。

図５　変圧器絶縁抵抗許容値の目安

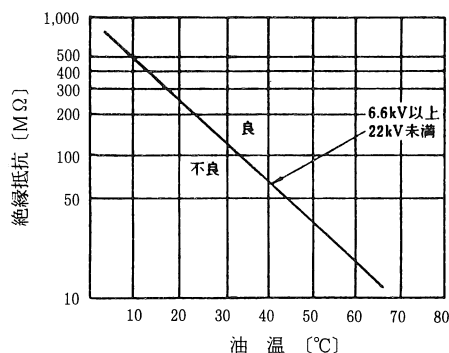
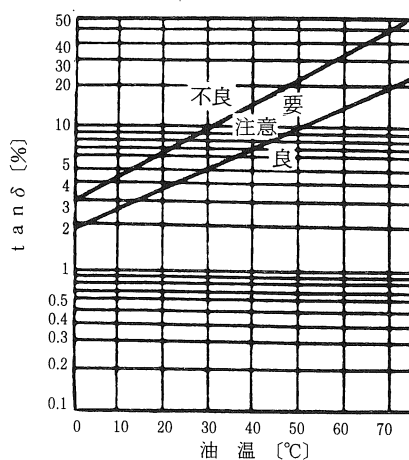
3．3　誘電正接（ｔａｎδ）

誘電正接（ｔａｎδ）は変圧器巻線（絶縁油も含む）の吸湿に関係し，ｔａｎδの大きいものは，ほとんど絶縁抵抗値が低下しています。許容値の目安を図６に示します。

図６　ｔａｎδ一温度特性曲線
〈高圧巻線に適用〉

3．4　絶縁油の劣化判定

3．4．1　絶縁破壊電圧

絶縁油の破壊電圧低下は，直接，変圧器の破壊電圧低下となって現れますので注意を要します。

JIS C 2320（電気絶縁油）では，油の絶縁破壊電圧値は30kV以上（球状電極径12.5㎜，電極間ギャップ2.5㎜）となっており，この値以上に保つことが必要です。保守と処理を十分行えば，破壊電圧を40～50kVに保つことができます。

また，破壊電圧は，油中の水分及び不純物により大きく左右されますので，これだけで劣化の判定をすることは困難です。

3．4．2　全酸価

全酸価0.2までは，スラッジの発生はほとんどありませんが，0.2を超えるとスラッジの発生は徐々に進行し，0.4程度以上になると急激に進行します。**図７**に劣化傾向の一例を示します。これから見るとほぼ年0.02程度増加していますが，機器の形式，保守の程度，設置場所などにより相違があります。

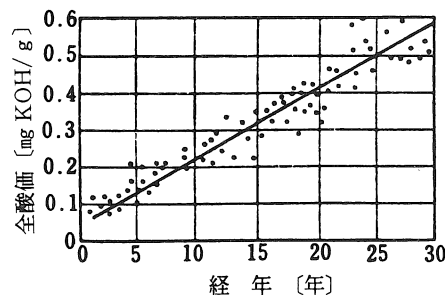
図７　絶縁油の全酸価

（開放式の場合の一例）

表６　絶縁油の全酸価の判定基準

単位：㎎KOH/g

正常な絶縁油	0.3未満
再生又は交換しなければならない	0.3～0.5
早急に再生又は交換しなければならない	0.5超過

3．4．3 体積抵抗率

絶縁油の体積抵抗率は，変圧器の絶縁に直接関係するもので，変圧器の絶縁抵抗値に大きく影響します。

体積抵抗率は，絶縁抵抗と同様，温度上昇とともに低下します。**表7**に体積抵抗率の判定基準を示します。

表7　体積抵抗率の判定基準（50℃）

単位：Ω・cm

良　　好	1×10^{12}　超過
要 注 意	1×10^{11}～1×10^{12}
不　　良	1×10^{11}　未満

3．5 油中水分

油中水分は，絶縁破壊電圧に大きく影響し，水分の増加は，絶縁破壊電圧の低下を意味します。

また，水分が多くなればそれだけ絶縁油及びその他の絶縁材料の劣化も促進されます。このように油中水分の増加は，すべての面に悪影響を与えますので，絶縁油の受入れ，保管，運転開始後などあらゆる段階で水分管理をする必要があります。

表8に油中水分量の判定基準を示します。

表8　油中水分量の判定基準

単位：ppm

良　　好	40未満
要 注 意	40～50
不　　良	50超過

以上3.3～3.5項までの試験方法は，JIS C 2101（電気絶縁油試験方法）を御参照下さい。

3．6 油中ガス分析

変圧器内部に局部過熱や部分放電などの異常が発生すると，これらに接している絶縁物が劣化分解し，化学反応ガスが発生します。このガスの一部は絶縁油中に溶解するので，油中ガス分析を行ってトラブルの度合や種類，ならびに経年劣化が判定できます。ガス分析は，高電圧大容量変圧器の管理によく用いられる手法であり，一般にはガス分析器を所有しているか，定期的管理のための分析を外部機関に依頼できる場合に適します。

〈参考〉変圧器の更新推奨時期は，日本電機工業会では，正常の使用状態で，使用開始後20年とされています。

お問合せ・ご相談は…

販売元　愛電商事株式会社

本社業務事業部　〒486-0933　愛知県春日井市愛知町１番地　TEL〈0568〉31－6031(代)　FAX〈0568〉33－7009
営業本部　〒486-0933　愛知県春日井市愛知町１番地（愛知電機㈱本社ビル３Ｆ）　TEL〈0568〉35－5026(代)　FAX〈0568〉33－1988
東京支店　〒104-0042　東京都中央区入船３－10－９（新富町ビル２Ｆ）　TEL〈03〉3553－5711　FAX〈03〉3551－1231
名古屋支店　〒486-0933　愛知県春日井市愛知町１番地（愛知電機㈱本社ビル３Ｆ）　TEL〈0568〉35－5025　FAX〈0568〉33－1966
大阪支店　〒530-0057　大阪府大阪市北区曽根崎１－２－６（新宇治電ビル４Ｆ）　TEL〈06〉6362－6051　FAX〈06〉6365－5657
福岡支店　〒810-0013　福岡県福岡市中央区大宮２－１－32　TEL〈092〉531－2565　FAX〈092〉531－2573
札幌出張所　〒060-0061　北海道札幌市中央区南一条西10－４－184（愛商ビル５Ｆ）　TEL〈011〉241－0451　FAX〈011〉281－1086
仙台出張所　〒980-0004　宮城県仙台市青葉区宮町１－１－20　TEL〈022〉221－5576　FAX〈022〉227－3582
富山出張所　〒939-8211　富山県富山市二口町３－３－７（ラ・ネージュダイワ）　TEL〈076〉493－6467　FAX〈076〉493－6467
ホームページ　http://www.aet.co.jp

製造元　愛知電機株式会社

本社・工場　〒486-8666　愛知県春日井市愛知町１番地　TEL〈0568〉31－1111(代)　FAX〈0568〉35－1243
ホームページ　http://www.aichidenk.jp

5031304（S）